



## Comparison of Pearl Sac Formation in Four Mussel Species (Mollusca: Bivalvia: Unionoida) at the Graft Implantation

Hülya Şereflisan<sup>1,a,\*</sup>

<sup>1</sup>Faculty of Marine Science and Technology, İskenderun Technical University, 31200 İskenderun/Hatay, Turkey

\*Corresponding author

ARTICLE INFO	ABSTRACT
<p><i>Research Article</i></p> <p>Received : 10/07/2019 Accepted : 26/09/2019</p> <p><b>Keywords:</b> Pearl Mussel Mantle tissue Mantle cavity Graft</p>	<p>In this study, the most suitable mantle part and host mussel species for pearl sac formation were determined. A total of 400 mussels, consisting of four different types (<i>Unio terminalis</i>, <i>Potamida littoralis</i>, <i>Leguminaia wheatleyi</i> and <i>Anodonta pseudodopsis</i>) were used. The average dorso-ventral lengths of the mussels were respectively; <math>7.89\pm 0.25</math>; <math>7.28\pm 0.38</math>; <math>10.68\pm 0.27</math> and <math>11.14\pm 0.34</math> cm. Mantle tissue slices in the size of <math>3\times 3</math> mm obtained from the pallial edge of mantle tissue were used as grafts. Two different mantle sections were identified for graft implantation, one being the mantle cavity and the other was incisions on the mantle tissue. At the end of the three-month pearl culture, the mantle cavity section was identified as the best graft implant site. <i>U. terminalis</i> was determined as the most successful species in terms of survival rate and pearl formation. <i>P. littoralis</i> was the second successful species and <i>L. wheatleyi</i> was the lowest among the species. This study is a guide for long-term pearl production on nacre thickness and quality which are considered important in pearl production.</p>

Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi 7(10): 1699-1704, 2019

## Greft İmplantasyonunda İnci Kesesi Oluşumunun Dört Midye Türünde (Unionidae) Karşılaştırılması

MAKALE BİLGİSİ	ÖZ
<p><i>Araştırma Makalesi</i></p> <p>Geliş : 10/07/2019 Kabul : 26/09/2019</p> <p><b>Anahtar Kelimeler:</b> İnci Midye Manto dokusu Manto boşluğu Greft</p>	<p>Bu çalışmada, inci kesesi oluşumu için en uygun manto bölümü ve en iyi konakçı midye türü tespit edilmeye çalışılmıştır. Araştırma için dört farklı midye türünden oluşan (<i>Unio terminalis</i>, <i>Potamida littoralis</i>, <i>Leguminaia wheatleyi</i> ve <i>Anodonta pseudodopsis</i>) toplam 400 adet midye kullanılmıştır. Midyelerin ortalama dorso-ventral uzunlukları sırasıyla; <math>7,89\pm 0,25</math>; <math>7,28\pm 0,38</math>; <math>10,68\pm 0,27</math> ve <math>11,14\pm 0,34</math> cm'dir. Manto dokusunun pallial kenarından <math>3\times 3</math> mm büyüklüğünde elde edilen manto doku dilimleri, greft olarak kullanılmıştır. Biri manto boşluğu diğeri manto dokusu üzerinde açılan kesitler olmak üzere, greft implantasyonu için iki farklı manto bölümü tercih edilmiştir. Üç aylık inci kültürü sonunda, manto boşluğu bölümü en iyi greft implant bölgesi olarak belirlenmiştir. <i>U. terminalis</i>, yaşama oranı ve inci kesesi oluşumu bakımından en başarılı tür olarak tespit edilmiştir. <i>P. littoralis</i>'in ikinci başarılı tür olduğu, <i>L. wheatleyi</i>'nin ise türler arasında en düşük sonuç veren tür olduğu belirlenmiştir. Bu araştırma, inci üretiminde önemli görülen sedef kalınlığı ve kalitesi konusunda, uzun süreli inci üretim çalışmaları için bir rehber niteliği taşımaktadır.</p>

<sup>a</sup> [hulya.sereflisan@iste.edu.tr](mailto:hulya.sereflisan@iste.edu.tr)

<sup>id</sup> <https://orcid.org/0000-0002-2510-3714>



## Giriş

İnci oluşumunun gizemi üzerine bilimsel araştırmalar, modern bilimin ortaya çıktığı 16. yüzyıl ortalarında başlamıştır. 19. yüzyıldan 20. yüzyılın başlarına kadar, Avrupa'da incinin nasıl oluştuğunu açıklamak için Akoya istiridyesi (*Pinctada fucata*), mavi midye (*Mytilus edulis*) ve tatlı su midyesi (*Margaritifera margaritifera*) gibi çeşitli çift kabuklular üzerine deneyler yapılmıştır (Nagai, 2013). 1906 yılında, Nishikawa kendi araştırmasını yaparak sedefli maddeyi salgılayan mantonun bir kısmını kesip inci kesesi yapmak için bir inci şekillendirme yöntemi geliştirmiştir. Nishikawa ve Mise'nin inci oluşum tekniği kullanılarak, çekirdeksiz manto doku dilimi istiridyeye gövdesine implant edilmiş ve bir inci kesesi oluşturulmuştur (George, 1978; Taylor ve Strack, 2008). Tatlı su inci kültüründe genellikle nükleus olarak manto dokusu kullanılmaktadır. Tıbbi ve kozmetik endüstrilerde kullanılan inciler, allograft manto doku nakli yöntemiyle üretilmektedir. Bu kültürleme süreci, doğal inci oluşum sürecine benzer ve yüksek kaliteli inciler elde edildiği için süsleme ve mücevher kullanımında tercih edilmektedir (Hanni, 2012)

İnci üretimi ve kalitesi esas olarak midye türüne ve yaşına bağlı olmakla birlikte, manto dokusunun farklı bölümlerinin farklı sedef salgılaması nedeniyle inci üretiminde etkili olduğu bildirilmektedir. Ayrıca, midyelerin yaşadığı çevrenin su kalitesi, derinliği ve kesintisiz besin ortamı da inci kültüründe oldukça önemlidir (Hossain ve ark., 2004). Genç midyeler, diatomlar, sarı-kahve rengi algler (*Chrysophyceae*), yeşil algler (*Chlorophyceae*) ve *Euglena sp.* ile yetişkinler ise, tek hücreli alglerle birlikte bazı koloni alg türlerini, organik maddeleri ve küçük zooplanktonları süzerek beslenmektedirler (Dan ve Ruobo 2002).

Dünyanın dört bir yanındaki güzellik, zenginlik ve sevginin sembolü olarak takdir edilen ve sevilen mücevherlerin en eski ve en evrensel olan inciler, yalnızca seçilmiş çift kabuklu türler ile birkaç gastropod tarafından üretilmektedir (Gogoi ve Mandal, 2011). Doğal inci, bir kum parçacığı gibi yabancı bir nesnenin, belirli bir midye türünün kabuk aralığından içeri girmesiyle başlayarak, midyenin bu yabancı maddeyi tahriş edici bir unsur olarak varsayıp, etrafını kaplamak için sedef olarak bilinen salgıyı salgılaması ile son bulan bir oluşumdur. Bu uzun soluklu savunma mekanizması sonucunda çeşitli renk, büyüklük ve şekillerde inci oluşumu gerçekleşmektedir (Dan ve Ruobo 2002). Dünya inci piyasalarındaki arz-talep dengesinde doğal inci elde edilmesi yeterli olmadığı için kültür inci üretimi ile bu talep karşılanmaya çalışılmaktadır. Ekonomik değeri yüksek olan inciler, geleneksel Çin tıbbında ve bazı kozmetik ürünlerinde kullanılan önemli malzemelerdir. 2000 yıl önce Çin'de başlayan tatlı su inci kültürü, bugün dünya pazarı inci üretiminin %95'ini oluşturmaktadır (Nagai, 2013; Li, 2007). Kültür incilerindeki dünya ticaretinin, esas olarak tatlı su incileri ile yapıldığı ve yıllık bazda 2 milyar \$'dan fazla olduğu bildirilmektedir. Ayrıca, Hindistan'da incilere olan talebin her yıl artmasıyla, başta Çin ve Japonya'dan olmak üzere her yıl yaklaşık 0,2 milyar \$'ı değerinde inci ithal ettiği bildirilmektedir (Ninawe, 2006).

Ülkemizde tatlı su midyelerinde, inci kültürü konusunda bir çalışma bulunmamaktadır. Bu çalışmada,

kabuk kalınlığı ve kabuk içi sedef yoğunluğu yüksek olan ancak ekonomik değeri olmasına rağmen tüketilmeyen *U. terminalis*, *P. littoralis*, *L. wheatleyi* ve *A. pseudodopsis* midye türleri (İşcan ve Şereflişan, 2014; Şereflişan, 2014) seçilerek, ilk kez manto doku nakli gerçekleştirilmiştir. Bu araştırma, Türkiye de inci üretimi konusunda yapılan ilk çalışma özelliğini taşımaktadır.

## Materyal ve Metod

### *Midyelerin Toplanması*

Tatlı su midyeleri (*U. terminalis*, *P. littoralis*, *L. wheatleyi* ve *A. pseudodopsis*) Hatay ili Gölbaşı gölünün, sığ, çamur veya kumluk alanlarından rastgele ve dağınık olarak, çeşitli büyüklükte kepçe, el tırnağı yardımıyla ya da gölün derin olan bölgelerinde SCUBA dalışı yapılarak toplanmıştır. Midyelerin kabuk uzunluğu, kabuğun anterior kenarından posterior kenarına olan mesafesi, 0,05 mm hassasiyetli kumpas ile ölçülmüştür.

### *Su Parametrelerinin Ölçümü*

Midyelerin yetiştirildiği sulama kanalının oksijen, pH ve sıcaklık parametreleri iki haftalık süreyle ölçülmüştür. Midye yaşamı için önemli görülen klorofil a Fluorometrik yöntemine göre (Apha, Awwa, 1980), nitrat Spektrofotometrik yöntemine göre (Apha, 1975), nitrit, amonyak ve fosfat analizi Spektrofotometrik yöntemine göre (Apha, 1971), kimyasal ve biyolojik oksijen ihtiyacı, askıda katı madde Fluorometrik yöntemine göre (Apha, Awwa, 1980), kalsiyum ve magnezyum analizi EDTA titrasyonu yöntemine göre (Yaramaz, 1992) analiz edilmiştir. Göldeki bazı plankton tespiti için 50 µm göz açıklığına sahip plankton kepçesi kullanılmıştır.

### *İmplantasyon Malzemeleri*

Midyelerde inci üretimi için 3x3 mm büyüklüğünde kare şeklinde manto doku dilimi allograft olarak kullanılmıştır. Bu greftler ayrı ayrı 4 tür midye (40 adet) açılarak manto dokularının pallial bölgesinden kesilerek elde edilmiş dokusal bir malzemedir. Greftin nakledileceği iki farklı bölge seçilmiştir. Birinci bölge (Şekil 1 D) manto boşluğu, ikinci bölge (Şekil 1 A) ise manto dokusu içine açılan 3 mm'lik ceplerdir. Her tür midyeye implant edilen greft parçası aynı türden kullanılmıştır (Şekil 1 A, B, C ve D).

### *Greftlerin İmplantasyonu*

Operasyon, greftin elde edilmesi ve bunların midyeye naklini içeren iki basamaktan oluşmaktadır. Manto doku dilimi için sağlıklı ve güçlü durumdaki midyeler seçilmiştir. Midyelerin adduktör kasları kesilerek kapakları açılmış, manto dokusu pallial çizgi boyunca kesilmiştir (Şeki 1 B) Daha sonra bir cam plakaya aktarılan şerit şeklindeki manto dokusu, 3x3 mm büyüklüğünde küçük kare parçacıklar şeklinde dilimlenmiştir (Şekil 1 C). Birinci ve ikinci bölge implantasyonunda, her bir tür için 50'şer adet olmak üzere, 4 tür üzerinden iki uygulama için toplamda 400 adet midye kullanılmıştır. Manto doku diliminin greft olarak nakli için geniş ve belirgin büyüme çizgisine sahip sağlıklı midyeler seçilmiştir.

Birinci uygulama; midyelerin kapağı 0,8-1 cm açılmış, greft yerleştirilmeden önce manto dokusu üzerinde yatay

yönde küçük çiziklerle cepler (4 mm) oluşturulmuştur. Manto dokusu implantasyon prosedüründe, konakçı midyenin ventral kapağındaki manto dokusunun anterior bölgesinden posterior bölgesine kadar belli aralıklarla toplam 8 cep açılmıştır (Şekil 1 A). Donör olan manto doku greftleri her cebin içine yerleştirilerek güvenli konumlandırma sağlanmıştır.

İkinci uygulama; implant bölgesi olarak seçilen manto boşluğuna, allogreftler özenle yerleştirilmiştir (Şekil 1 D).

#### İmplantasyon Gerçekleşen Midyelerin Kültüre Alınması

Operasyon midyeleri, 115 cm çapında, 25 cm yüksekliğinde, kapaklı, metal sepetlere yerleştirilerek, derinliği 1,0-1,5m olan sulama kanalının tabanına oturtulmuştur. Yumuşak kum içeren sediment yapı, midye sepetinin 5 cm gömülmesine olanak sağlayarak midyeler için doğal ortam içinde oldukları hissini yaratmıştır. Midyeler 12 hafta süresince, ortamda mevcut olan planktonu süzerek beslenmişlerdir.

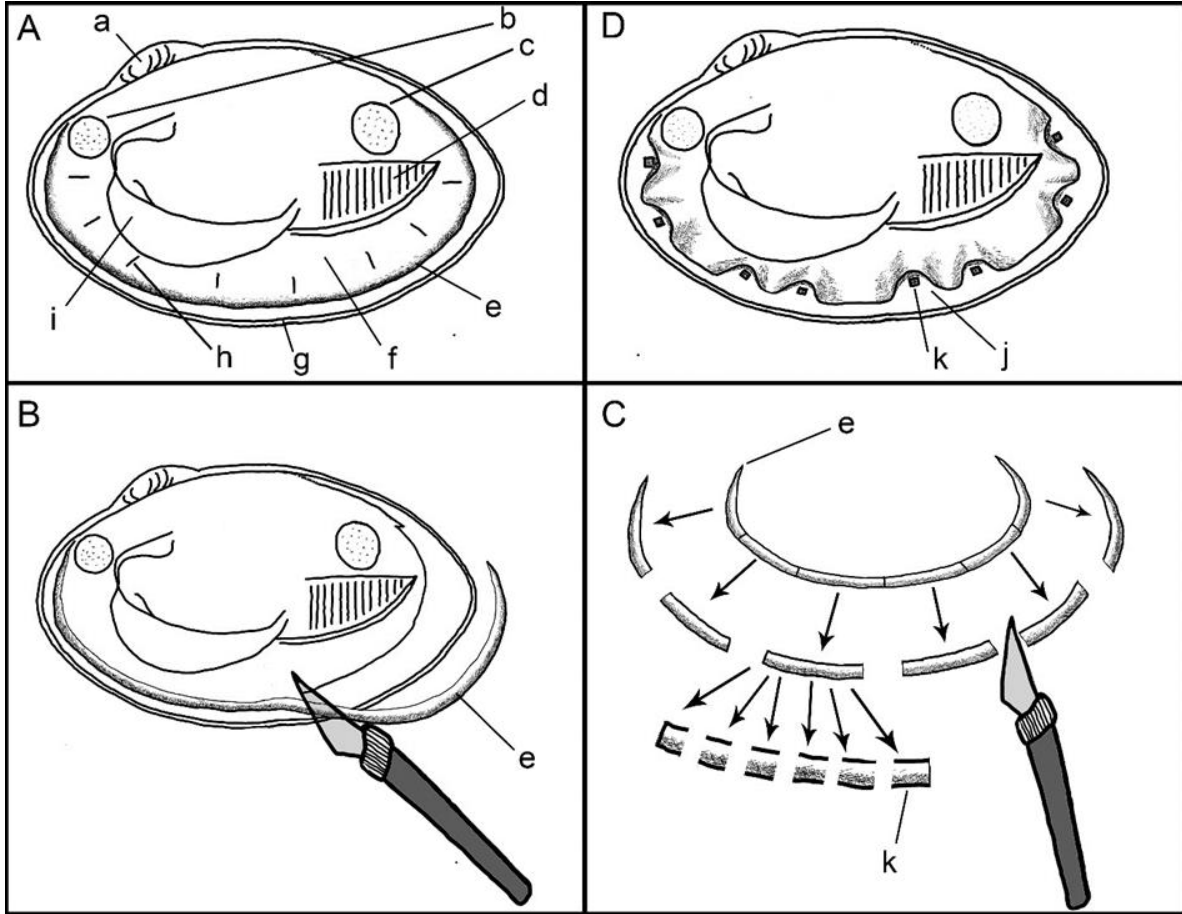
#### Bulgular

Kültüre alınan midyelerin, 12 hafta süresince, yaşadığı ortamın bazı su parametreleri iki hafta ara ile yapılan örneklemelerle tespit edilmeye çalışılmıştır (Tablo 1). İnci oluşumunda önemli görülen su sıcaklığı, oksijen ve pH

kültür süresince uygun aralıklarda olduğu tespit edilmiş, kalsiyum ve magnezyum değerleri en yüksek Nisan ayında bulunmuştur.

Doku nakli sonrası midye yaşama oranı en yüksek (%100) *U. terminalis*'te bulunmuş, *P. littoralis* ve *A. pseudodopsis* türlerinde de yakın değerler elde edilmiştir. En düşük yaşama oranı *L. Wheatleyi*'de gözlenmiştir (Tablo 2).

12 haftalık inci kültürü sonunda midyelerin kabukları açılarak implantasyon sonucu inci kese oluşumu incelenmiştir. Graft naklinin yapıldığı birinci bölge olan manto dokusu üzerinde açılan ceplerde, greftlerin bazıları türler tarafından reddedilerek, dışarı atılmış ya da üzerinde sedef oluşumu görülmemiştir. Tüm midyeler arasında *U. terminalis*'te en iyi sonuç alınmıştır. İkinci bölgede greftler incelendiğinde, greft üzerinde sedef salgısının en iyi olduğu ve başarılı bir inci kese oluşumu gözlenmiştir. İkinci bölge greft implantasyonunda yüksek sonuçlar alınan en iyi tür *U. terminalis* olduğu bulunmuştur. *P. littoralis* ikinci sırada başarılı bir konakçı midye olarak gözlenmiştir. Yaşama oranı bakımından en iyi sonuç, *U. terminalis*'te ikinci sırada *P. littoralis*'te tespit edilmiştir. Ancak, midyeler arasında her iki greft bölgesi implantasyonunda ve yaşama oranında en düşük sonuç *L. wheatleyi* de bulunmuştur (Tablo 3).



Şekil 1 A) Konakçı midyenin ventral kapağındaki manto dokusunun anterior-posterior bölgesinde 8 adet cep kesliği (4 mm) [a]umbo, b)anterior addüktör kas, c)posterior addüktör kas, d)solungaç, e)pallial manto doku çizgisi, f)manto, g)kabuk, h)manto doku kesliği, i)ayak], B) Manto dokusunun pallial çizgi boyunca kesilmesi,[ e)pallial manto doku çizgisi], C) manto dokusunu 3×3 mm büyüklüğünde küçük kare parçacıklar şeklinde dilimlenmesi [e)pallial manto doku çizgisi, k)manto doku dilimi (greft)], D)Manto doku dilimlerinin manto boşluğuna yerleştirilmesi [k)manto doku dilimi, j) manto boşluğu]

Figure 1 A) In the anterior-posterior region of ventral shell of host mussel 8 incisions (4 mm) [a] umbo, b) anterior adductor muscle, c) posterior adductor muscle, d) gill, e) pallial mantle tissue line, f) mantle, g) shell, h) mantle tissue incision, i) foot], B) Cutting of mantle tissue along the pallial line, [e] pallial mantle tissue line], C) Slicing the mantle tissue into small square particles of 3×3 mm [e] pallial mantle tissue line, k) mantle tissue slice (graft)], D) Placing mantle tissue slices in mantle cavity [k] mantle tissue section, j) mantle cavity]

Tablo 1 İnci üretimi süresince kaydedilen bazı su parametreleri

Table 1 Some water parameters recorded during pearl culture

Parametreler	Nisan		Mayıs		Haziran	
	2.Hafta	4.Hafta	2.Hafta	4.Hafta	2.Hafta	4.Hafta
Sıcaklık	18,96±0,25	19,95±0,8	22,90±0,6	23,10±0,7	28,12±0,5	29,06±0,8
Oksijen	7,82±0,24	7,22±0,11	6,85±0,32	6,69±0,08	6,33±0,14	6,03±0,09
pH	7,72±0,02	7,78±0,03	7,56±0,03	7,66±0,02	7,79±0,04	7,82±0,04
Kalsiyum	30,37±8,71	31,46±9,41	16,58±5,73	14,76±6,73	24,21±7,63	23,92±9,64
Magnezyum	30,99±0,02	30,52±0,02	14,21±0,03	13,08±0,03	13,25±0,03	13,54±0,05
Klorofil a	0,75±0,02	0,78±0,02	0,80±0,01	0,81±0,01	0,80±0,02	0,79±0,01
AKM	8,8±0,01	9,5±0,01	7,9±0,02	7,5±0,02	9,1±0,02	9,8±0,04
NO <sub>3</sub>	4,96±0,01	5,28±0,02	9,33±0,02	9,02±0,02	9,86±0,01	9,95±0,01
NH <sub>3</sub>	0,026±0,01	0,024±0,01	0,022±0,01	0,023±0,01	0,029±0,01	0,032±0,01
NO <sub>2</sub>	0,31±0,00	0,30±0,00	0,26±0,00	0,24±0,00	0,45±0,00	0,48±0,01
PO <sub>4</sub>	0,02±0,01	0,02±0,00	0,01±0,00	0,01±0,00	0,01±0,00	0,01±0,00
BOİ	8,35±0,03	8,02±0,02	11,85±0,01	12,25±0,01	10,95±0,02	10,16±0,03
KOİ	28,20±3,81	28,44±2,78	27,72±3,01	27,10±3,79	40,53±3,25	47,62±3,46

Tablo 2 Manto boşluğu bölümüne (birinci bölge) greft implantasyonu sonucu yaşama oranı ve inci kesesi oluşumu (Şekil 1.D)

Table 2 Survival rate and pearl sac formation as a result of graft implantation in the mantle cavity section (Figure 1.D)

İmplantasyon süreci	Midye Türleri			
	<i>Unio terminalis</i>	<i>Potamida littoralis</i>	<i>Leguminaia wheatleyi</i>	<i>Anodonta pseudodopsis</i>
Ortalama uzunluk	7,89±0,25	7,28±0,38	10,68±0,27	11,14±0,34
Operasyon yapılan midyenin sayısı	50	50	50	50
Yaşama oranı %	100	95	58	85
Midyelere implantasyon sayısı	400	400	400	400
Midyelerde inci kesesi oluşumu	332	310	115	268
Midyelerde oluşmuş nitelikli inci sayısı	302	211	93	148

Tablo 3 Manto dokusuna açılan ceplere (ikinci bölge) greft implantasyonu sonucu yaşama oranı ve inci kesesi oluşumu (Şekil 1.A)

Table 3 Survival rate and pearl sac formation as a result of graft implantation in pockets opened to mantle tissue (Figure 1.A)

İmplantasyon süreci	Midye Türleri			
	<i>Unio terminalis</i>	<i>Potamida littoralis</i>	<i>Leguminaia wheatleyi</i>	<i>Anodonta pseudodopsis</i>
Ortalama uzunluk	7,83±0,15	7,33±0,44	10,12±0,18	11,68±0,32
Operasyon yapılan midyenin sayısı	50	50	50	50
Yaşama oranı %	100	97	75	89
Midyelere implantasyon sayısı	400	400	400	400
Midyelerde inci kesesi oluşumu	32	30	-	15
Midyelerde oluşmuş nitelikli inci sayısı	18	11	-	4

## Tartışma

Tatlı su inci midyelerinde manto doku transplantasyonu konusunda, kaliteli inci kese oluşumu elde etmek için birçok çalışma yapılmıştır. Pahnä ve Kasavittikul (1997), Tayland'da tatlı su midyelerinde, allotransplantasyon uygulaması sonucunda, kaliteli inci oluşumu gözlemledikleri bildirilmiştir. Bu çalışmada, aynı tür midyeden elde edilen allogreftlerle allotransplantasyon işlemi gerçekleştirilmiştir. En fazla nitelikli inci kese oluşumu *U. terminalis* ve *P. littoralis*'te belirlenmiştir.

*L. marginalis*'te yapılan inci üretiminde, nükleus olarak 1-2 mm çapında seramik çekirdek ile 2 mm boyutunda manto doku parçaları greft olarak kullanılmış ve manto doku parçacıkların elde edilen greft implantasyonundan inci kesesi oluşumu elde edilmiştir (Begum ve ark., 1990; Mian ve ark., 2000). Bu çalışmada, literatüre paralel olarak inci üretiminde, başarılı inci kese oluşumu için greft malzemesi olarak manto doku dilimi tercih edilmiş literatürde belirtildiği gibi iyi sonuçlar alınmıştır. Dix

(1973)'nin bildirdiğine göre, tatlı su midyesi mantosunun epitel dokusu, bölgesel olarak farklı kalınlıkta olup, farklı miktarda sedef üretebilmektedir. Bu çalışmada, greft implantasyonunda anterior ve posterior arası manto şeridi tercih edilmiştir. Literatüre paralel olarak mantonun farklı bölümlerinin farklı sedef sekresyonunda bulunduğu gözlemlenmiştir.

Yapılan çalışmalarda midye büyüklüğünün inci oluşumu ile doğrudan ilişkili olduğuna vurgu yapılmıştır. Hossain ve ark. (2004) göre, uzun türlerin inci oluşumunda cesaret verici sonuçlarının olduğunu, doku nakli sonrası küçük boyutlu midyelerin yüksek mortalitesi nedeniyle inci kültürü operasyonu için uygun olmadıkları bildirilmiştir. Bu çalışmada, uzunluk bakımından *A. pseudodopsis* (11,14±0,34) en büyük, *P. littoralis* ise en küçük türdür. Kullanılan greft sayısı yüksek olmadığı için implantasyon sonrası, yaşama oranını tehdit edici bir sonuçla karşılaşılmaştır Janki-Ram (1997), tatlı su

midyelerinde inci oluşumundaki başarı oranının manto boşluğu ve manto dokusu içine implantasyonlarında %60-70, gonadal implantasyonunda %25-30 oranında olduğunu bildirmiştir (Janakiram, 2003). Manto dokusu implantasyonlarında, allogreftlerin başarısının, ksenojenik manto greftlerine göre daha iyi olduğu rapor edilmiştir. Bu çalışmada ise dört tür için allogreft manto doku nakli, literatüre paralel olarak manto dokusu boşluğuna ve içine açılan ceplere uygulanmış en iyi sonuç manto boşluğu bölgesinden alınmıştır.

Midyelerin cerrahi operasyondan önce musluk suyunda 2-3 gün bekletilmesinin addüktör kaslarının gevşemesine yardımcı olduğu ve greft implantasyonunda midye kabuklarının zorlanmadan açılmasına katkıda bulunduğu bildirilmiştir (Dan ve Ruobo 2002). Çalışmada manto doku nakli yapılmadan önce midyeler musluk suyunda 2 gün bekletilmiş, midye kabuklarının açılması konusunda bir sıkıntı yaşanmamıştır.

Manto dokusunun pallial çizgi çeperi, sedef sekresyon kapasitesi en güçlü bölge olduğu için, konakçı midyeye nakledilecek olan manto doku diliminin bu bölgeden kesilmesinin daha uygun olduğu bildirilmektedir (Dan ve Ruobo, 2002; Berni ve ark., 2004). Nakledilen manto doku dilimlerinin sayısı, implantasyon yapılan midyelerin boyutuna bağlı olduğu, 10 cm uzunluğunda ki konakçı bir midyeye yaklaşık 25-30 dilim (her bir tarafta 12-15 dilim olacak şekilde) nakledilebileceği bildirilmiştir (Moorkens, 2005). Çalışmadaki amaç manto doku dilim sayısının en düşük ve en yüksek sayısını belirlemek olmadığı için midyelerin yaşama oranını riske atmama çabasıyla, her bir midye için 8'er adet manto doku dilimi nakledilmiştir. Ayrıca, manto doku dilimleri literatürde bildirilen aynı tür midyenin manto dokusunun pallial bölümünden kesilmiştir.

Midye implantasyonu için en iyi mevsimin su sıcaklığına bağlı olduğu bildirilirken, kaliteli inci üretiminde önemli bir faktör olan su sıcaklığının 15-25°C'lerde olması, cerrahi işlem sonrası oluşan yaranın daha hızlı iyileşmesinde ve sedef salınımının hızlı olmasında oldukça etkili olduğu belirtilmiştir (Gogoi ve Mandal, 2011) Çalışmada greft implantasyon işlemi sonrasında, greftin reddedilmesini ve ölüm oranını en aza indirmek için sıcaklığın 15-35°C'nin üstü olan Temmuz-Ağustos ayları değil de, su sıcaklığının 18-29°C olduğu Nisan, Mayıs ve Haziran ayları tercih edilmiştir.

Filtre ederek beslenen midyelerin, suyun besin ve bazı kimyasal parametreler yönünden yeterli düzeyde olmasının inci üretimi sürecine olumlu katkısının olduğu bildirilirken, özellikle sığ sularda fitoplankton ve zooplanktonun pik noktaya ulaştığı ilkbahar aylarında büyümenin daha iyi olduğu rapor edilmiştir (McQuenn ve ark., 1986; Adrian ve ark., 1999; Dan ve Ruobo 2002). Ayrıca midyelerin biyokimyasal yapısı üzerine sıcaklık, seston, klorofil a ve partiküler organik maddenin etkili olduğu bildirilmiştir (Karayücel ve Karayücel, 1997). Çalışmanın yapıldığı sulama kanalının bazı fiziko-kimyasal parametreleri ölçüldüğünde, elde edilen sonuçların midye kültürü için uygun değerlerde olduğu tespit edilmiştir (Tablo 1).

Kalsiyum karbonat inci kültürünün en temel elemanı olması bakımından, midye ve incinin en önemli bileşenidir. İnci üretimi, çoğunlukla midyenin kalsiyum sentez yeteneğine dayanmaktadır. Daha iyi midye büyümesi ve

inci üretimi için yetiştirme suyunun kalsiyum içeriğinin 10 mg/L'nin üzerinde olması tavsiye edilmektedir (Dan ve ark. 2001). Bu çalışmada, midyelerin kültüre alındığı kanal suyunun yetiştirme dönemi boyunca kalsiyum değerleri 14,76±6,73-31,46±9,41 mg/L arasında olup, inci üretimi için oldukça uygun bir aralıkta olduğu bulunmuştur.

Çevre Bakanlığının hazırlamış olduğu Kıta İçi Su Kaynaklarının kalite kriterlerine göre midye kültürünün yapıldığı kanal suyunun NH<sub>3</sub>, PO<sub>4</sub> (Fosfat) değerleri I. Sınıf temiz su grubuna; KOİ değeri I. Sınıf (temiz su sınıfı), BOİ değeri II. Sınıf kalite grubuna; NO<sub>2</sub> (Nitrit) değeri I.sınıf, NO<sub>3</sub> (Nitrat) değeri II. Sınıf kalite grubuna girmektedir. Askıda katı madde miktarı (AKM) yine kıta içi su kaynaklarının kalite kriterlerinin rekreasyon sınırları içinde uygun bir değerde olduğu bulunmuştur. Aylara göre farklı sonuçlar bulunması, baz alınan su kaynağının göl veya akarsu olmasına, su sıcaklığına, suyun flora ve faunal yapısına, su akışı yoğunluğuna, organik kirliliğe ve yağışlara bağlı olarak değişmesine bağlanabilmektedir (Hamilton ve Mitchell, 1997; Shapiro, 1995; Uslu ve Türkman, 1987)

## Sonuç

Ülkemizde ilk kez yapılmış olan bu çalışmada, farklı dört midye türünde, 12 haftalık kısa bir inci üretim sürecinde, inci oluşumunda en uygun konakçı midye araştırılırken, allogreft manto doku diliminin nakledileceği iki farklı manto bölgesi karşılaştırılmıştır. Çalışma sonucunda, manto boşluğu bölgesinin implantasyon için en iyi ve konakçı midye olarak *U. terminalis*'in en yüksek yaşama oranı ile en iyi tür olduğu belirlenmiştir. İkinci uygun tür ise *P. littoralis* olduğu tespit edilmiştir. Bu çalışma, sedef üretiminin büyüklüğü ve kalitesi konusunda, aynı veya farklı türlerde yapılacak olan uzun süreli inci üretim çalışmaları için rehber niteliğindedir.

## Kaynaklar

- Adrian R, Walz N, Hintze T, Hoey S, Rusche R. 1999. Effects of ice duration on plankton succession during spring in a shallow polymictic lake. *Freshwater Biology*, 41: 621-632.
- APHA. 1971. American Public Health Association Standart Methods for The Examination of Water and Wastewater. 13<sup>th</sup> edition, Washington D.C.
- APHA. 1975. Standard methods for the examination of water and wastewater. 14th edition. American public health association. Washington.
- APHA-AWWA-WPCF. 1980. American Public Health Association Standart Methods for The Examination of Water and Wastewater. 15th ed. Washington, D.C.
- Yaramaz Ö, 1992. Su Kalitesi. Ege Üniv. Su Ürünleri Yüksek Okulu Yayın No:14
- Begum M, Ismail M, Ali S, Islam Z, Paggatipunam RN. 1990. Studies of pearl culture in freshwater mussel, *Lamellidens marginalis*(Lamarck). *Bangladesh]. Zool*, 18: 223-227.
- Berni P, Bitossi S, Salvato M, Orlandi M, Salviati J, Silvestri M, Megale P, Orlandi P, Billiard R. 2004. Enhancing the Local Production of Alternative Freshwater Pearls, High quality, Environmentally Sustainable Mixed Farming Techniques. Italy: *Freshwater Pearl Culture*. Ceresole d'Alba Pr. p 179-185
- Dan H, Mazid MA, Hussain MG. 2001. *Freshwater Pearl Culture: Principles and Techniques*. Bangladesh Fisheries Research Institute, Mymensingh 2201. 104 pp.
- Dan H, Ruobo G. 2002. *Freshwater pearl culture and production in China*. *Aquaculture Asia*, 7(1): 6-8.

- Dix TG. 1973. Histology of the mantle and pearl sac of the pearl oyster *Pinctada maxima* (Lamellibranchia). J. Malac. Soc. Aust. 2 (4): 365-375.
- George DC. 1978. Debunking a Widely Held Japan Myth – Historical aspects on the early discovery of the pearl cultivating technique. The International Pearling Journal, 10-16
- Gogoi S, Mandal SC. 2011. Present status and future prospects of freshwater pearl production in India. World Aquaculture. 42(2): 21-22.
- Hanni HA. 2012. Natural pearls and cultured pearls: A basic concept and its variations. The Australian Gemmologist. 24(11): 258-266.
- Hamilton DP, Mitchell SF. 1997. Wave-induced shear stresses, plant nutrients and chlorophyll in seven shallow lakes. Freshwater Biology, 38: 159-168.
- Hossain MA, Sultana N, Azimuddin K, Hussain MG, Mazid MA. 2004. Selection of freshwater pearl mussel species for mantle transplantation in Bangladesh. Bangladesh J Fish. Res., 8(2): 113-116
- İşcan Y, Şereflışan H. 2014. Investigation of Shell Structure of Lake Gölbaşı Freshwater Mussels in The Crystallized Level. Aquaculture Studies, 14(3): 013-021.
- Janki-Ram K. 2003. Freshwater Pearl Culture Technology Development in India. Journal of Applied Aquaculture. 13:3-4, 341-349, DOI: 10.1300/J028v13n03\_07
- Janki-Ram K. 1997. Freshwater pearl culture in India. Naga, 20: 12-17.
- Karayücel S, Karayücel İ. 1997. Growth and Mortality of mussels (*Mytilus edulis* L.) Reared in Lantern Nets in Loch Lishorn, Scotland. Tr.J. of Veterinary and Animal Sciences. 23,397-402.
- Li JL. 2007. Exploitation and protection of germplasm resources of freshwater pearl mussel. Scientific Fish Farming, 6:1-2.
- McQuenn DJ, Post JR, Mills EL. 1986. Trophic relationships in freshwater pelagic ecosystems. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 43: 1571-1581.
- Mian MI, Rahman ASMK, Rahmatullah, SM, Saha JK, Islam MA. 2000. Culture of pearl in freshwater mussels (*Lamellidens marginalis*). Bangladesh. Fish. Res. 4: 57-61.
- Moorkens EA, Costello MJ, Speight MCD. 2005. Status of the freshwater pearl mussels *Margaritifera margaritifera* and *Margaritifera durrovensis* in the Nore Barrow, and Suir river tributaries. Irish Naturalist, J 24: 127-131.
- Nagai K. 2013. A History of the Cultured Pearl Industry. Zoological Science, 30: 783-793.
- Ninawe AS. 2006. Pearl culture-promises lucrative returns. Infofish International 5: 9-12.
- Pahna S, Kosavittikul P. 1997. Mantle transplantation in freshwater pearl mussels in Thailand. Aquaculture Int.5: 1-10
- Shapiro J. 1995. Lake restoration by biomanipulation-a personal view. Environmental Review, 3: 83-93.
- Şereflışan H. 2014. Gölbaşı Gölü (Hatay) tatlı su midyelerinin ekonomik değer taşıyan özelliklerinin araştırılması. Yunus Araştırma Bülteni, 3: 43-49.
- Taylor J, Strack E. 2008. Pearl Production. The Pearl Oyster, eds. Southgate PC and Lucas J, pp 273–301.
- Uslu O, Türkman A. 1987. Su kirliliği ve Kontrolü. T.C. Başbakanlık Çevre Genel Müdürlüğü Yayınları Eğitim Dizisi 1. Ankara. 364 s.